

Диэлектрическая управляемость твердых растворов с участием сегнетоэлектриков-релаксоров

М.В. Таланов

Южный федеральный университет, 344006 Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: mvtalanov@gmail.com

Диэлектрическая нелинейность сегнетоэлектрических материалов традиционно представляет интерес исследователей, поскольку изучение диэлектрического отклика в электрических полях (E) позволяет получать информацию о доменных процессах (переключение доменов, движение доменных стенок) и индуцированных фазовых переходах. Кроме того, величина коэффициента диэлектрической управляемости ($K = 100\% \cdot (\epsilon_0 - \epsilon(E)) / \epsilon_0$; где ϵ_0 и $\epsilon(E)$ – относительная диэлектрическая проницаемость при $E = 0$ и при $E \neq 0$, соответственно) является одним из ключевых параметров, необходимых для применения сегнетоэлектрических материалов в перестраиваемых устройствах [1, 2]. Твердые растворы с участием сегнетоэлектриков-релаксоров характеризуются сложной неоднородной на наномасштабе доменной структурой, процессы перестроения, которой отражаются на зависимостях $\epsilon(E)$ [3]. Кроме того, при изменении концентрации компонентов твердого раствора или под влиянием внешнего электрического поля возможны переходы между различными полярными состояниями (нормальный сегнетоэлектрик, параэлектрик, эргодические релаксор и т.д.), что также влияет на характер проявления диэлектрических свойств [3, 4]. В работе нами приведены результаты исследования твердых растворов сегнетоэлектриков-релаксоров в электрических полях, в частности установлены особенности диэлектрического отклика при переходе между нормальным сегнетоэлектриком и сегнетоэлектриком-релаксором.

В качестве объекта исследования выступили керамики многокомпонентной системы на основе сегнетоэлектриков-релаксоров $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$, $\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ и $\text{PbZn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$, а также классического сегнетоэлектрика PbTiO_3 [5]. Измерение зависимостей $\epsilon(E)$ неполяризованных образцов было выполнено при комнатной температуре в диапазоне частот 0.1-100 кГц на стенде, включающем Agilent 4263B LCR-meter. Величина E изменялась ступенчато в диапазоне ± 20 кВ/см.

В результате исследования обнаружена трансформация формы $\epsilon(E)$ зависимостей при увеличении концентрации PbTiO_3 и переходе в нормальное сегнетоэлектрическое состояние. Выявлена корреляция параметров диэлектрического отклика с положением границ полярных состояний на фазовой диаграмме, построенной по результатам рентгенофазового анализа и диэлектрической спектроскопии. Показано, что изучение диэлектрической нелинейности позволяет уточнить положение границы между нормальным сегнетоэлектриком и сегнетоэлектриком-релаксором. Выделены перспективные для практического применения керамики с $\epsilon_0 \sim 16500$ и $K > 90\%$.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности, научный проект № 0852-2020-0032) на оборудовании Центра коллективного пользования научно-исследовательского института физики ЮФУ.

1. A.K. Tagantsev, V.O. Sherman, K.F. Astafiev, J. Venkatesh, N. Setter, *J. Electroceram* **11**, 5 (2003).
2. L.B. Kong, S. Li, T.S. Zhang, J.W. Zhai, F.Y.C. Boey, J. Mad, *Prog. Mater. Sci.* **55**, 840 (2010).
3. D.-S. Paik, S.-E. Park, S. Wada, S.-F. Liu, T.R. Shrout, *J. Appl. Phys.* **85**, 1080 (1999).
4. A.A. Bokov, Z.-G. Ye, *J. Mater. Sci.* **41**, 31 (2006).
5. M.V. Talanov, A.A. Bokov, M.A. Marakhovsky, *Acta Mater.* **193**, 40 (2020).